

学校编码: 10384

学 号: X2010222032

分类号\_\_\_\_\_密级\_\_\_\_\_

UDC\_\_\_\_\_

厦 门 大 学

工 程 硕 士 学 位 论 文

# 多视点裸眼 3D 电视技术及其应用系统开发

Multi-view naked eye 3D TV technology and its application  
system development

芮明昭

指导教师姓名: 郭东辉教授

专 业 名 称: 电子与通信工程

论文提交日期:

论文答辩时间:

学位授予日期:

答辩委员会主席: \_\_\_\_\_

评 阅 人: \_\_\_\_\_

2014 年 月



## 厦门大学学位论文原创性声明

本人呈交的学位论文是本人在导师指导下，独立完成的研究成果。本人在论文写作中参考其他个人或集体已经发表的研究成果，均在文中以适当方式明确标明，并符合法律规范和《厦门大学研究生学术活动规范（试行）》。

另外，该学术论文为（ ）课题（组）的研究成果，获得（ ）课题（组）经费或实验室的资助，在（ ）实验室完成。（请在以上括号内填写课题或课题组负责人或实验室名称，未有此项声明内容的，可以不作特别声明。）

声明人（签名）：

年 月 日



## 厦门大学学位论文著作权使用声明

本人同意厦门大学根据《中华人民共和国学位条例暂行实施办法》等规定保留和使用此学位论文，并向主管部门或其指定机构送交学位论文（包括纸质版和电子版），允许学位论文进入厦门大学图书馆及其数据库被查阅、借阅。本人同意厦门大学将学位论文加入全国博士、硕士学位论文共建单位数据库进行检索，将学位论文的标题和摘要汇编出版，采用影印、缩印或者其它方式合理复制学位论文。

本学位论文属于：

（        ） 1.经厦门大学保密委员会审查核定的保密学位论文，  
于     年     月     日解密，解密后适用上述授权。

（    ☒    ） 2.不保密，适用上述授权。

（请在以上相应括号内打。√。或填上相应内容。保密学位论文应是已经厦门大学保密委员会审定过的学位论文，未经厦门大学保密委员会审定的学位论文均为公开学位论文。此声明栏不填写的，默认为公开学位论文，均适用上述授权。）

声明人（签名）：

年    月    日



## 摘要

图像显示器是人类接受外部信息的重要手段之一。显示技术的根本目的在于真实的复原原始图像中的物体信息，给观众带来身临其境的真切现场感，从这个角度来看，3D 显示技术成为显示技术的主流具有其必然性，而裸眼 3D 显示技术发展是未来的必然趋势。

本文首先对超高清信号处理进行研究，选择了 4K2K 作为系统的显示分辨率，介绍了信号传输技术，分析了 V-by-One 技术的优势，并针对本系统设计了 FRC 和 Up-scaler 信号处理流程，完成了超高清显示效果的分析评价；其次对多视点裸眼 3D 显示技术进行研究，介绍了深度提取算法，DIBR 算法和图像映射，完成了多视点裸眼 3D 显示效果测试；最后对 2D/3D 显示切换技术进行研究，分析了基于视差光栅和微柱透镜裸眼 3D 显示技术方案，并对本设计系统的 2D/3D 显示模式实际进行测试。

论文的工作成果及主要技术创新点体现在如下：

- (1) 系统为多视点裸视 3D 显示系统，支持对单视角 2D 视频和双视角的 2D 视频处理运算，并且由于采用 4K2K 显示屏，在多视点裸眼 3D 显示时还是可以保证高清分辨率显示水平。
- (2) 系统不仅支持 4K2K 源生信号输入并且无损显示，还支持非 4K2K 的普通视频图像信号做 Up-scaler 到 4K2K 显示，同时还支持对两种信号的 FRC 运算，另外系统还采用了新的视频传送技术 V-by-One；
- (3) 系统支持 2D 显示模式和 3D 显示模式切换，在 2D 模式下可以达到 4K2K 超高清显示，在 3D 模式下为 9 视点的裸眼 3D 显示，可以在不同的应用需求下切换不同的显示模式；

另外，还针对多视点裸眼 3D 系统的具体应用，设计了一套基于高度集成化的 SoC 电视处理芯片，高性能的 FPGA 芯片和并行高效的 FRC 芯片构建的多视点裸眼 3D 电视解决方案，并完成相应的硬件电路及电路模块的开发。

**关键词：**多视点；裸眼 3D；2D/3D 切换；超高清显示；FPGA





## ABSTRACT

Image display is one of the important measures for people to accept outside information. In consideration of that the fundamental purpose of display technique is to truly reproduce the scene in the graph and provide audiences with presence, it is inevitable that 3D display will become the dominate display technique, and the naked eye 3D display technology development is the inevitable trend of the future.

This paper first study of ultra-high definition signal processing, choose 4K2K as the display resolution of the system, and introduces the signal transmission technology, analyzes V-by-One technology, and design the FRC and Up-scaler signal processing process, completed a ultra-high definition display effect analysis and evaluation; Second study of multi-view naked eye 3D display technology, this paper introduces the depth extraction algorithm, the DIBR algorithm and image mapping, completed the multi-view naked eye 3D test; Finally, the paper study 2D/3D switching display technology, analyzed based on the parallax barrier and lenticular lens naked eye 3D display technology solutions, and do the 2D/3D switching test.

Key technology and innovation of this paper are as follows:

- (1) The naked eye 3D system , as this paper designed ,is the multi-viewpoint naked eye 3D display system, which allows single-view 2D video and dual-view 2D video processing algorithms, and as because of 4K2K display, high definition resolution display level can be guaranteed with multi-viewpoint when naked eye 3D display.
- (2) The TV system designed in this paper , not only allows 4K2K native signal input with non-destructive display , but also support non-native 4K2K video signal to do Up-scaler for 4K2K display ,as well as supports the two kinds of signal MEMC frame interpolation operation , increasing the frame rate and displaying refresh rate. Furthermore, the system adopts a new video transmission technology --V-by-One;

- (3) In the naked eye 3D display system that this paper designed, 2D display mode and 3D display mode can be switched .In 2D mode it can achieve 4K2K ultra high definition displays, while in 3D mode it can achieve 9 viewpoints naked eye 3D display. Different display modes can be switched as required.

Also, according to the application of multi-view naked eye 3D system, the paper designs a multi-viewpoint naked eye 3D smart TV system, which is based on the highly integrated SoC television processing chip, high-performance FPGA chip and real-time video image frame with 3D processing, parallel efficient FRC processing chip and ultra- high-definition display screen of naked eye 3D, and completes the development of the corresponding hardware circuit and the circuit module.

**Keywords:** Multi-view; Naked eye 3D; 2D/3D switching; Ultra-high definition display; FPGA

# 目 录

<b>第一章 绪论.....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 引言.....</b>	<b>1</b>
<b>1.2 立体显示技术的发展情况和应用 .....</b>	<b>2</b>
1.2.1 立体显示技术发展历史情况.....	2
1.2.2 立体显示技术发展现状.....	3
1.2.3 立体显示技术的应用.....	4
<b>1.3 关键技术及其研究进展.....</b>	<b>4</b>
1.3.1 超高清显示技术.....	5
1.3.2 2D 与裸视 3D 切换显示技术.....	6
1.3.3 多视点裸眼 3D 图像处理技术.....	6
<b>1.4 主要研究问题及其研究内容 .....</b>	<b>7</b>
1.4.1 需要研究的问题.....	7
1.4.2 论文拟研究内容.....	8
<b>1.5 论文章节结构安排.....</b>	<b>10</b>
<b>第二章 裸眼立体电视相关基础知识 .....</b>	<b>13</b>
<b>2.1 视觉基础.....</b>	<b>13</b>
2.1.1 人类眼睛.....	13
2.1.2 视差.....	14
2.1.3 心理因素和深度线索.....	14
<b>2.2 液晶显示技术.....</b>	<b>16</b>
2.2.1 液晶.....	16
2.2.2 LCD 显像基本原理 .....	16
2.2.3 TFT-LCD 的结构和原理 .....	17
<b>2.3 平板裸眼立体显示技术.....</b>	<b>18</b>
2.3.1 视差照明技术.....	19
2.3.2 视差挡板技术.....	19

2.3.3 柱状透镜技术.....	20
2.3.4 多层显示技术.....	21
2.4 3D 显示的基本条件.....	22
2.5 本章小结.....	23
<b>第三章 超高清信号处理技术研究 .....</b>	<b>25</b>
3.1 引言.....	25
3.2 超高清显示分辨率.....	25
3.3 信号传输技术.....	26
3.3.1 LVDS 传输技术 .....	26
3.3.2 V-by-One 传输技术 .....	27
3.4 超高清信号处理技术.....	30
3.4.1 FRC 技术.....	30
3.4.2 MEMC 技术.....	32
3.4.3 Up-scaler 技术.....	34
3.5 超高清显示效果分析与评价 .....	35
3.6 本章小结.....	39
<b>第四章 多视点裸眼 3D 显示技术研究 .....</b>	<b>41</b>
4.1 引言.....	41
4.2 深度提取算法.....	42
4.2.1 运动结构算法.....	43
4.2.2 深度线索算法.....	43
4.2.3 机器学习算法.....	44
4.3 DIBR 算法 .....	45
4.4 图像映射.....	48
4.5 多视点裸视 3D 分析与评价.....	53
4.6 本章小结.....	57
<b>第五章 2D/3D 显示切换技术研究 .....</b>	<b>59</b>
5.1 引言.....	59

<b>5.2 视差光栅 2D/3D 切换.....</b>	<b>60</b>
5.2.1 以液晶面板当视差光栅.....	61
5.2.2 视差光栅搭配散射/透明组件.....	61
5.2.3 采用微相位差膜/切换液晶面板.....	62
<b>5.3 柱状透镜 2D/3D 切换.....</b>	<b>64</b>
5.3.1 主动式 2D/3D 切换柱状透镜.....	64
5.3.2 采用双折射柱状透镜搭配切换液晶层.....	64
5.3.3 以液晶层当柱状透镜.....	65
<b>5.4 2D/3D 显示切换分析测试.....</b>	<b>66</b>
<b>5.5 本章小结.....</b>	<b>70</b>
<b>第六章 多视点裸眼 3D 电视系统实现 .....</b>	<b>71</b>
<b>6.1 总体系统设计.....</b>	<b>71</b>
<b>6.2 电视处理模块.....</b>	<b>73</b>
6.2.1 模块系统设计 .....	73
6.2.2 电视主芯片介绍.....	75
6.2.3 待机管理模块.....	76
6.2.4 供电电路设计.....	78
6.2.5 电视信号处理.....	80
6.2.6 信号输入接口单元.....	83
6.2.7 声音处理设计.....	83
6.2.8 PCB 设计 .....	85
<b>6.3 裸眼 3D 图像处理模块.....</b>	<b>86</b>
6.3.1 系统工作原理.....	86
6.3.2 FPGA 芯片介绍 .....	87
6.3.3 电源设计.....	88
6.3.4 DDR 电路设计 .....	88
6.3.5 系统配置电路.....	89
6.3. PCB 设计 .....	90
<b>6.4 FRC 处理模块.....</b>	<b>93</b>

6.4.1 模块系统设计 .....	93
6.4.2 FRC 主芯片介绍 .....	94
6.4.3 电源电路设计 .....	95
6.4.4 PCB 设计 .....	99
<b>6.5 显示模块.....</b>	<b>100</b>
6.5.1 系统设计.....	100
6.5.2 显示屏参数.....	101
<b>6.6 本章小结.....</b>	<b>102</b>
<b>第七章 系统调试 .....</b>	<b>103</b>
<b>7.1 硬件平台.....</b>	<b>103</b>
7.1.1 电源模块.....	104
7.1.2 电视主板.....	106
7.1.3 FRC 板卡 .....	107
7.1.4 FPGA 板卡 .....	108
<b>7.2 信号接口与支持格式.....</b>	<b>109</b>
<b>7.3 系统工作状态.....</b>	<b>114</b>
7.3.1 2D 显示模式.....	114
7.3.2 单视角 2D 输入转多视点裸眼 3D 显示 .....	115
7.3.3 双视角 2D 输入转多视点裸眼 3D 显示 .....	118
<b>7.4 多视点裸眼 3D 显示效果测试评价.....</b>	<b>121</b>
<b>7.5 本章小结.....</b>	<b>125</b>
<b>第八章 总结和展望 .....</b>	<b>127</b>
8.1 论文总结.....	127
8.2 工作展望.....	128
<b>参考文献.....</b>	<b>131</b>
<b>硕士攻读期间相关科研成果 .....</b>	<b>139</b>
<b>致 谢.....</b>	<b>143</b>

## CONTENTS

<b>1</b>	<b>Introduction.....</b>	<b>1</b>
1.1	Introduction .....	1
1.2	The development of stereo display technology.....	2
1.2.1	The development history of stereo display technology .....	2
1.2.2	Stereo display technology status.....	3
1.2.3	The application of stereo display technology .....	4
1.3	Key technology and its research progress .....	4
1.3.1	Ultra-high definition display technology .....	5
1.3.2	2D/3D switching display technology.....	6
1.3.3	Multi-view naked eye 3D display technology .....	6
1.4	Main problems and the research content .....	7
1.4.1	Research problem.....	7
1.4.2	Thesis research content .....	8
1.5	The arrangement of the thesis .....	10
<b>2</b>	<b>Related To Basic Knowledge.....</b>	<b>13</b>
2.1	Vision basic.....	13
2.1.1	Eye .....	13
2.1.2	Parallax .....	14
2.1.3	Psychological factors and depth cue .....	14
2.2	Liquid crystal display technology .....	16
2.2.1	Liquid crystal .....	16
2.2.2	Basic principle of LCD.....	16
2.2.3	Structure and principle of the TFT - LCD .....	17
2.3	Based on planar naked eye 3D display technology .....	18
2.3.1	Parallax lighting technology .....	19
2.3.2	Parallax barrier technology .....	19

2.3.3	Lenticular lens technology .....	20
2.3.4	Multi-layer display technology .....	21
2.4	The basic conditions of 3D display .....	22
2.5	Brief summary .....	23
3	Ultra-high Definition Signal Processing Technology Research ...	25
3.1	Introduction .....	25
3.2	Ultra-high definition display resolution .....	25
3.3	Signal transmission technology .....	26
3.3.1	LVDS.....	26
3.3.2	V-by-One.....	27
3.4	Ultra-high definition signal processing technology .....	30
3.4.1	FRC .....	30
3.4.2	MEMC.....	32
3.4.3	Up-scaler .....	34
3.5	Ultra-high definition display effect analysis and evaluation .....	35
3.6	Brief summary .....	39
4	Multi-view Naked Eye 3D Display Technology Research .....	41
4.1	Introduction .....	41
4.2	Depth extraction method .....	42
4.2.1	SFM.....	43
4.2.2	DFC.....	43
4.2.3	MLA.....	44
4.3	DIBR .....	45
4.4	Image mapping .....	48
4.5	3D display analysis and evaluation .....	53
4.6	Brief summary .....	57
5	2D/3D Switching Display Technology Research .....	59
5.1	Introduction .....	59
5.2	Base on parallax barrier .....	60



Degree papers are in the "[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)". Full texts are available in the following ways:

1. If your library is a CALIS member libraries, please log on <http://etd.calis.edu.cn/> and submit requests online, or consult the interlibrary loan department in your library.
2. For users of non-CALIS member libraries, please mail to [etd@xmu.edu.cn](mailto:etd@xmu.edu.cn) for delivery details.

厦门大学博硕士论文摘要库